

doi:10.3969/j.issn.1009-3230.2013.02.002

滑片式天然气压缩机在海洋石油平台上的应用研究

高 鹏,惠 宁,高建虎,吉庆林,邓 婷,贾津津

(海洋石油工程股份有限公司设计公司,天津 塘沽 300451)

摘 要:在海洋石油平台上,往复式压缩机是最广泛应用的压缩机形式。文中对某海洋平台上的天然气压缩机选型的方案进行研究,综合考虑气体组分性质、进排气压力及温度、排气量、机组运行可靠性、维修的简易及经济性、平台的空间限制等,确定采用滑片式压缩机。与传统的往复式压缩机相比,滑片式压缩机可广泛地运用于低进气压力的工况,并以其维修简单、占地面积小的优点在海上平台上有较好的应用前景。

关键词:海洋平台;滑片式;天然气压缩机;选型研究

中图分类号:TE13.21 **文献标志码:**B **文章编号:**1009-3230(2013)01-0004-03

The Application Study on Vane Natural Gas Compressor on the Offshore Platform

GAO Peng, Hui Ning, GAO Jian-hu, Ji Qing-lin, DENG Ting, JIA Jin-jin

(Offshore Oil Engineering Co., Ltd. Engineering Company, Tianjin 300451, China)

Abstract: Reciprocating natural gas compressor plays an important role on the offshore oil platform. Taking several factors into consideration such as gas component, suction/discharge pressure and temperature, capacity, operation reliability, maintenance and space limit, etc, the paper gives the selection study about gas compressor for one project, and selects vane compressor finally. Compared with conventional reciprocating compressor, the vane type has the wide application in low suction pressure case and space limit case.

Key words: Offshore platform; Vane; Natural gas compressor; Selection study

0 引言

目前,石油作为全球最重要的基础能源在未来相当长一段时间内会广泛的进行开采。而随着陆上石油资源的逐渐枯竭,海洋石油的开采将是未来油气开采的重要来源。目前,油气开发的重心正在逐渐向海洋石油领域转移。海洋平台作为海洋油气田开发的基础设施,在海洋油气田开发中具有重要的作用。而在油气田开发工程中,天然气压缩机的应用十分广泛^[1-6]。在海洋领域主

要用于伴生气增压,天然气外输、向地层注气等方面。天然气压缩机是海上油气田的关键核心设备,其选型的合理性和经济性直接决定了油气田开发项目的正常运行和开发投资方案的收益率^[7]。

压缩机的种类很多,主要分为容积式压缩机和速度式压缩机两大类。压缩机具体分类由图 1 所示,其中容积式压缩机又分为往复式压缩机和旋转式压缩机;而滑片式压缩机就是旋转式压缩机的一种。速度式压缩机分为喷射式压缩机和动力式压缩机^[8]。

由于活塞式压缩机应用范围十分广泛(排气

收稿日期:2013-01-11 修订日期:2013-01-35

作者简介:高鹏(1981-),男,硕士研究生,海洋石油工程股份有限公司,机械工程师,主要从事海洋石油平台机械设计工作。

量 $0.1 \sim 8 \times 10^2, \text{S m}^3/\text{min}$, 排气压力 $0.1 \sim 10^3 \text{ MPa}$), 因此, 在国内海洋石油领域上大都应用往复复式天然气压缩机组对天然气进行增压。而在海洋石油领域应用旋转式压缩机, 尤其是滑片式压缩机却很少。因此通过文中海洋平台上采用的天然气压缩机进行选型分析, 研究滑片式压缩机在海洋油气田开采项目中的应用。

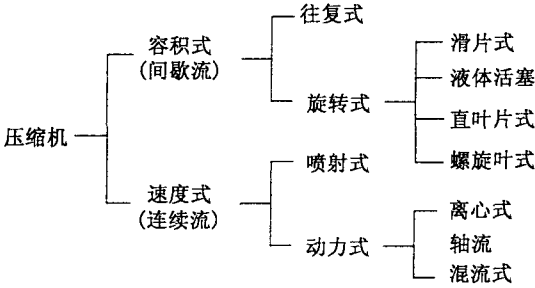


图1 压缩机分类图

1 滑片式压缩机在国内海洋领域的应用

1.1 滑片式压缩机构造原理

滑片式压缩机主要由汽缸、汽缸盖、转子、滑片、轴承、冷却系统、润滑系统以及密封装置等组成。转子前端为动力输入端, 通过联轴器与电动机相连。滑片式压缩机是利用简单的滑片离心运动原理, 当转子高速旋转时, 滑片在离心力的作用下, 转子偏心配置在气缸内, 转子上开有若干径向凹槽, 凹槽中装有沿径向自由滑动的滑片, 气缸内壁与转子外表面形成一个月牙形空间。转子旋转时滑片受离心力的作用从槽中甩出, 紧贴在气缸内壁上, 与气缸、转子一起形成周期性变化的基元容积, 周而复始, 无脉冲地排出压缩气体。

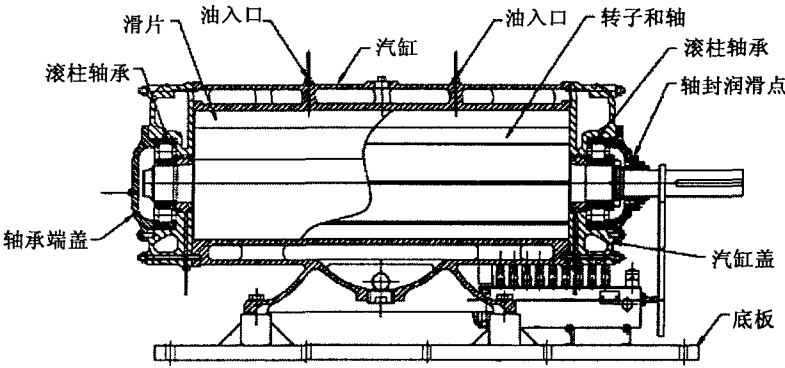


图2 滑片式压缩机的主要结构图

1.2 滑片式压缩机的适用性

滑片式压缩机能适用于各种压力的工况, 对各种低压和高压的工况, 都有相应机组进行匹配。滑片式压缩机的适用场合包括蒸汽回收、油气产品、酸性废料厂、化工和石化、煤层甲烷、废热发电、冶炼、工业制冷、海上钻井以及合成燃气的制造等。滑片式压缩机适用的气体包括天然气/燃料气、煤层甲烷、废气、酸性气体(可能 90% 的 H_2S)以及聚合气体等。

1.3 滑片式压缩机在海洋平台上的应用

某海洋平台上设置了 7 台压缩机, 包括两台低压伴生气压缩机、三台中压伴生气压缩机以及两台高压天然气压缩机, 其中二级分离器出口的低压伴生气需要增压后, 再与一级分离器出口的伴生气汇合, 然后送入中压压缩机继续增压外输。其中低压伴生气压缩机入口进气参数参见表 1 和表 2 所示。

表 1 低压伴生气压缩机入口进气组分摩尔含量

组 分		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i - C ₄ H ₁₀	N - C ₄ H ₁₀	i - C ₅ H ₁₂
摩尔百分比%	2012 年	49.57	14.14	13.83	3.43	5.05	1.54
	2013 年	47.44	14.48	14.57	3.62	5.6	1.77
	2022 年	38.35	15.28	17.27	4.51	7.91	2.89
组分		N - C ₅ H ₁₂	N - C ₆ H ₁₄	NBP[0]144	CO ₂	N ₂	H ₂ O
摩尔百分比%	2012 年	1.2	0.98	1.74	1.74	0.22	6.58
	2013 年	1.42	1.13	1.72	1.47	0.21	6.58
	2022 年	2.51	2.14	1.62	0.78	0.16	6.57

表 2 低压伴生气压缩机入口进气工艺参数

	进气压力	进气温度	排气压力	排气冷却	排气量
	kPaG	℃	kPaG	后温度℃	Nm ³ · h ⁻¹
设计点	10	40	410	40	8500
2012 年	10	40	410	40	7100
2013 年	10	40	410	40	6638
2022 年	10	40	410	40	887

考虑到低压伴生气压缩机组进气压力为 0.01 MPaG,进气压力过低,在过低的进气压力情况下,采用往复式压缩机工作可靠性差,甚至可能存在安全隐患的情况。一般地,往复式压缩机必须工作在进气压力≥35 kPaG 的条件下使用。由

表 3 螺杆式压缩机与滑片式压缩机性能比较

	螺杆式压缩机	滑片式压缩机
1	压缩比可达 10:1,同时需要注入滑油用于压缩元件的散热。	用于天然气压缩时,压缩比 6:1;只需少量滑油进行润滑。
2	不适用于酸性或高分子气体(例如己烷);对于高压比的情况,注入大量滑油是有益的,但是由于滑油会在压缩机、密封以及轴承之间循环,一旦被污染会出现问题。而由于改良后的合成油价格昂贵,且需要频繁地监控和更换,因此将其作为滑油替代品还为时过早。	几乎可以压缩任何气体,可处理腐蚀性气体或不纯净的气体,即使气体组分中的含 H ₂ S 量高达 90%,仍可以压缩气体。
3	最小压缩比 2.6:1	无最小压缩比要求,可在低压工况下相对于其他机组高效运行。
4	为了使油气分离器正常的工作,至少需要 40 psi 的压差。在较小的压差下,分离器无法充分地将油从气体中分离出来,滑油减少,导致轴承和密封润滑不畅。	对压差无要求。
5	依靠转速的改变来实现流量的变化。有时需采用滑阀来实现流量调节,但是这种方式并不十分有效,无法达到转速调节的工作范围。	转速可在 40% ~ 100% 的范围内调节。转速调节可通过 VFD 来实现。
6	对于油润滑的压缩机,一旦出现故障,通常需要更换整套装置,维护费用高。	滑片式压缩机结构简单,零部件种类和数量少,维护方便,运行成本低。

于天然气在进入压缩机组的进气管道和气阀有压力损失,进气压力过低时很难预测压力降,空气极有可能从填料进入气缸,其会造成天然气爆炸的安全隐患;由于气体压差小造成压缩机气阀工作不可靠,虽然可以使用专门设计的专用气阀,但在过低的气体压差下使用,其工作性能仍然较差,其可靠性和寿命仍然是需要实践来检验。因此,现有进气压力不宜采用往复式天然气压缩机。

上述情况是滑片机压缩机和螺杆机压缩机的应用范围。因此对滑片机压缩机和螺杆式压缩机的性能进行了相互比较,具体性能见表 3。

通过上述分析,对于高压比、纯净天然气,可使用螺杆机;对于低压比、气质差并带有腐蚀性气体,应选用滑片机。因此对压缩机选型进行优化配置后,本方案决定采用滑片式压缩机技术。而采用滑片式压缩机也具有很多的优点:

(1)滑片式压缩机无往复运动活塞和气阀,气缸密封良好,不但适应低压进气工况,还可以作为真空泵使用,在进气压力 $\geq 10\text{kPaG}$ 的条件下运用没有安全隐患。

(2)滑片式压缩机无往复运动部件和无偏心运动部件,动力平衡性能好,机器运转平稳,振动小,噪声低。

(3)滑片式压缩机中多个基元同时工作,流量均匀,气流脉动小,不需要往复式压缩机配套中增设的缓冲罐等,使机组的结构比往复式压缩机简单、紧凑,机组体积小,重量轻,便于狭窄空间安装使用,更适合于海洋平台的安装特点。

(4)滑片式压缩机无进气阀,容积效率高。

(5)滑片式压缩机结构简单,零部件种类和数量少,维护方便,运行成本低。

同时,滑片式压缩机与往复式压缩机相比,也存在滑片式压缩机存在摩擦能量损失较大,效率较低的问题等缺点。但由于其存在上述的诸多优点,其优点对用户产生的效益在本项目中显然更明显,因此,滑片式压缩机可以广泛地运用于低进气压力的工况。

2 结论

阐述了在海洋石油平台上采用的压缩机的具

体形式。并通过对某海洋平台的天然气压缩工艺流程对天然气压缩机进行选型,在选型中需考虑气体组分性质、进排气压力及温度、排气量、机组运行可靠性、维修的简易及经济性、平台的空间限制等条件。同时,通过对比不同类型的天然气压缩机,分析获得滑片式压缩机可广泛地运用于低进气压力的工况,并以其维修简单、占地面积小的优点,最终确定采用滑片式压缩机的设备形式。也为滑片式压缩机在海洋平台上的应用提供了有利的依据。

参考文献

- [1] 罗宏志,刘兴奎,李勇,等.天然气压缩机在浅海油田开发中的应用[J].石油矿场机械.2003,32(4):45-47.
- [2] 陈才凤,袁涛生.惠州21-1油田天然气压缩机装置[J].中国海上油气(工程).1992,4(6):5-15.
- [3] 范海峰.天然气压缩机国产化的现状及发展[J].天然气与石油.1999:24-25.
- [4] 张滨,钱方,朱保庆,等.天然气压缩机装置撬座设计[J].石油与化工设备.2011,14(3):27-29.
- [5] 刘学强,刘光成,余俊雄.BZ34油田增加天然气压缩机系统工程实践[J].中国海上油气.2006,18(6):423-426.
- [6] 胡志栋,徐康博.液压拉伸器用螺栓的可靠性分析[J].森林工程,2012,28(2):38-41.
- [7] 蔡晓君,马强.海上平台天然气压缩机选型关键技术研究[J].压缩机技术.2011,5:25-27.
- [8] 海洋石油工程设计指南编委会.海洋石油工程机械与设备设计[M].北京:石油工业出版社.2007:320-329.